

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1934

THÈSE

N°

503

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Abel PIETTE

Né le 9 Février 1909, à La Fère (Aisne)

**Contribution à l'Étude
de l'Influence de l'Exercice physique
sur la Croissance**

Président de Thèse : M. Marcel LABBÉ, Professeur

PARIS

E. LE FRANÇOIS, EDITEUR

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1934

**Contribution à l'Étude
de l'Influence de l'Exercice physique
sur la Croissance**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1934

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Abel PIETTE

Né le 9 Février 1909, à La Fère (Aisne)

**Contribution à l'Étude
de l'Influence de l'Exercice physique
sur la Croissance**

Président de Thèse : M. Marcel LABBÉ, Professeur

PARIS

E. LE FRANÇOIS, EDITEUR

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1934

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN G. ROUSSY.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.	PROUST.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LÓEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FISSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	ACHARD.
	BESANÇON.
	CARNOT.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNÉO.
	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	Léon BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE .. Neurologie et Psychiâtr.
BÉNARD Henri. Pathologie médicale.
BERNARD Et... Pathologie médicale.
BOULIN Pathologie médicale.
BROCC Pathologie chirurgicale
BULLIARD Histologie.
CATHALA Pathologie médicale.
CHABROL Pathologie médicale.
CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
DOGNON Physique.
DONZELOT Pathologie médicale.
FEY Urologie.
GALLIARD Parasitologie.
GASTINEL Bactériologie.
GATELLIER ... Pathologie chirurgicale
DE GAUDART ..
D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale
GAYET Physiologie.
GIRLOUD Histologie.
HAGUENAU ... Pathologie médicale.
HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD Pharmacologie.
HUGUENIN Anatomie pathologique.
JOANNON Hygiène.
LABBÉ Henri.. Chimie biologique.
LACOMME Obstétrique.
LANTUÉJOUL .. Obstétrique.

MM.

LAROCHE Guy. Pathologie médicale.
LEMAIRE Pathologie expériment.
LEVEUF Pathologie chirurgicale
M^{lle} J. LÉVY .. Pharmacologie.
LÉVY-VALENSI... Neurologie et Psychiâtr.
MOREAU Pathologie médicale.
MOULONGUET .. Pathologie chirurgicale
MOUQUIN Pathologie médicale.
OBERLING Anatomie pathologique.
PETIT-
DUTAILLES. Pathologie chirurgicale
PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
PORTES Obstétrique.
QUÉNU Pathologie chirurgicale
RICHET Physiologie.
SANNIÉ Chimie biologique.
SÉNÈQUE Pathologie chirurgicale
SÉZARY Dermatologie et syphi-
ligraphie.
TROISIÈRE Pathologie expériment.
TURPIN Pathologie médicale.
VALLERY-RADOT
(Pasteur) .. Pathologie médicale.
VELTER Ophtalmologie.
VIGNES Obstétrique.
WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
BUSQUET Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.
ZIMMERN Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI	} Clinique médicale.	GUÉNIOT	} Clinique obstétricale
AUBERTIN		LE LORIER ...	
BRULÉ		LÉVY-SOLAL ..	
CHIRAY		METZGER	
DUVOIR			
HARVIER			
LIAN			

MM.

BASSET	} Clinique chirurgicale.
CADENAT	
HEITZ-BOYER ..	
MOCQUOT	
MOURE	
SCHWARTZ ...	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agr.	Education physique.
FREY	Stomatologie.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MÈRE

A MON PÈRE

A MON FRÈRE

A MA SOEUR

AUX MIENS

A MES AMIS

AU PARIS-UNIVERSITÉ-CLUB

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. le PROFESSEUR MARCEL LABBE

Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur de clinique médicale à l'Hôpital de la Pitié.

A M. LE DOCTEUR BELLIN DU CÔTEAU

J'adresse l'expression de ma bien vive gratitude.

PRÉFACE

En entreprenant cette petite étude de l'influence de l'exercice physique sur la croissance, sur ses bienfaits et sur la façon dont il faut le comprendre, nous n'avons pas voulu faire une étude de physiologie savante, pas plus qu'un traité d'éducation physique à l'usage des jeunes gens.

Mais, ayant été frappé de la tendance qu'on a actuellement à propager de plus en plus les exercices physiques et les sports dans les jeunes générations, nous nous sommes proposés d'étudier quelle direction et quel moyen d'application il faut donner à ces tendances, pour en tirer le meilleur résultat.

Le sport qui anime à l'heure actuelle, et fort utilement, la masse de notre jeunesse devrait être le couronnement d'une éducation physique parfaitement réalisée. Celle-ci, devenue une des branches des plus importantes de l'hygiène, exigeant des connaissances approfondies de biologie et de physiologie humaine, doit intéresser particulièrement le Médecin qui s'efforcera d'écarter le danger des règles empiriques encore appliquées et que seuls les principes scientifiques sont à même de réformer.

INTRODUCTION HISTORIQUE

La pratique des exercices corporels est aussi ancienne que les vieilles civilisations. Bien avant les Grecs, auxquels il est encore d'usage de la faire remonter, les anciens peuples de l'Orient, Egyptiens, Hébreux, Chinois et Indous, l'ont appliquée méthodiquement et lui ont même donné une place primordiale dans l'éducation générale de l'individu.

Cette pratique systématique des exercices physiques, si en honneur dans les siècles suivants chez les Grecs et les Romains, fut formulée merveilleusement par les meilleurs penseurs. Le philosophe Platon, en particulier, définit ainsi le but de la gymnastique rationnelle :

« Nous imposons l'exercice corporel à nos enfants pour que leur corps soit complètement soumis à leur volonté.

« L'éducation corporelle a la même signification que celle de l'esprit ; ces deux branches de l'éducation complète de l'homme contribuent à établir l'harmonie du corps et de l'esprit et à pousser le développement de tous deux jusqu'à la perfection nécessaire. »

Au Moyen Age, les exercices physiques perdent tous droits éducatifs. La recherche de la beauté et l'idée

civique grecque lui furent étrangères et nul ne se préoccupa à acquérir la santé par l'exercice corporel.

L'esprit de la renaissance, l'amour de la belle vie antique se retrouvent dans les travaux du célèbre médecin MERCURIALIS, qui publia en 1573, sous le titre « De Arte gymnastica », un livre qui est considéré comme une première tentative pour traiter l'ancienne gymnastique au point de vue médical et hygiénique.

Deux ans plus tard, Ambroise PARÉ consacrait un chapitre entier de ses œuvres à faire ressortir l'importance de la gymnastique.

Les philosophes comme MONTAIGNE, les réformateurs comme LUTHER, appréciaient la grande valeur des exercices physiques. RABELAIS dépeint, dans son « Gargantua et Pantagruel », l'éducation physique donnée aux nobles. Il se déclare contre « cette éducation scolastique, dogmatique, métaphysique..., que depuis Charlemagne on avait infligée à la jeunesse, et qui visait, très maladroitement d'ailleurs, à remplir le cerveau de notions indigestes sans s'occuper du corps ».

Mais c'est au XVIII^e siècle qu'apparaissent des travaux remarquables pour l'époque. D'abord la thèse de Nicolas ANDRY DE BOISREGARD, qui devait être doyen de la Faculté de Médecine de Paris, soutenue le 4 mars 1723, sous le titre : « L'exercice modéré est-il le meilleur moyen de se conserver en santé », dans laquelle il démontre l'utilité des mouvements bien ordonnés et nie celle des agrès. Ensuite le Major TISSOT publia, en 1780, un ouvrage sur la gymnastique médicale et

chirurgicale ou « Essai sur l'utilité du mouvement, ou différents exercices du corps et du repos dans la cure des maladies ».

Parmi les philosophes, J.-J. ROUSSEAU, dans l'*Emile*, considère le développement physique comme la condition essentielle d'une bonne éducation ; s'il attachait tant d'importance à l'exercice, c'est qu'il n'ignorait pas l'action du physique sur le moral. Plus le corps est faible, plus il commande ; plus il est fort, plus il obéit. Ce n'est qu'à douze ans que Rousseau fait commencer l'éducation intellectuelle de son élève.

Au XIX^e siècle, vers 1815, non seulement les Médecins, mais ceux qui s'intéressent au bien de la jeunesse, accentuèrent le mouvement déclenché par un Espagnol, AMOROS, en faveur de l'éducation physique. CLIAS introduisit l'enseignement de la gymnastique dans les écoles de la Ville de Paris. Les ouvrages de LONDE, DALLY, BOICHARDAT, TARDIEU, DEMARQUAI, et les thèses nombreuses présentées sur le sujet, sont une preuve du mouvement important qui se produit en France de 1829 à 1854, qui aboutit à un décret rendant la pratique des exercices physiques obligatoire dans les Lycées de l'Empire.

L'écrivain en qui se résume le mieux cette tendance est HERBERT SPENCER, figure bien caractéristique de la pédagogie anglaise du XIX^e siècle. Il considère, comme ROUSSEAU, l'éducation physique comme base de toute éducation, condamnant l'insuffisance de l'exercice et l'excès de l'application mentale.

La véritable science de l'éducation physique naît

en Suède. LING (1776-1839), s'adonnant à l'anatomie, la physiologie et la pathologie, pénètre l'intimité subjective du corps pour en bien connaître les fonctions physiques. Dans toutes ses préoccupations domine une grande idée : la lutte contre la maladie et le souci d'éviter toute exagération, et par conséquent toute émulation violente. Il vise en particulier le jeune organisme et crée une méthode, la première en date, qui reste la base de toutes les recherches jusqu'à nos jours.

Au début du xx^e siècle, les travaux de DEMÉNY sont une étude approfondie d'analyse des mouvements. Ses nombreux élèves ont pour la première fois fait systématiquement appel aux données physiologiques. Il devait appartenir à ses successeurs de rechercher le rôle de l'exercice sur les grandes fonctions de l'organisme.

Le moment est alors venu de soumettre l'exercice, comme les autres agents de l'hygiène, au contrôle scientifique, de détruire les règles empiriques, de connaître les mécanismes secrets de la physiologie. Le nombre des Médecins s'intéressant à la question croît-il de jour en jour ? Au premier rang, faut-il citer LAGRANGE et son ardent plaidoyer en faveur d'un système de gymnastique des enfants par les jeux : L'hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens » ?

Malgré les tentatives et la foi de ces précurseurs, il faut bien dire qu'en France, pendant une longue période, on avait oublié le vieil adage latin « Mens sana in corpore sano », et l'on faisait encore du déve-

loppement de l'esprit dominant la matière, un véritable dogme, seule fin de l'éducation.

Actuellement, les exercices physiques reprennent chaque jour dans le monde une importance de plus en plus justifiée. Il faut s'en réjouir, et, en vue d'une éducation plus complète, plus rationnelle, s'efforcer de remédier à l'insuffisance de nos moyens physiques en attelant au même timon, les deux chevaux de PLATON et de MONTAIGNE : « la Santé et l'Intelligence ».

Les différentes périodes de la vie étant solidaires les unes des autres, l'adolescence et la jeunesse sont solidaires de l'enfance. L'âge mûr est tel que l'a fait l'adolescence.

L'influence de l'exercice est plus ou moins manifeste selon l'âge du sujet. Au cours de la croissance, période envisagée dans le cours de cette thèse, on peut dire que pendant tout un laps de temps proche de la naissance, l'évolution se fait selon une courbe dont les variantes tiennent plus à l'hygiène générale qu'à des prescriptions empruntées à l'exercice physique.

Le mouvement, certes, pour la première enfance, fait partie du régime, mais sa carence n'aura jamais la conséquence de celle des vitamines. Ce n'est qu'après cette période que l'exercice interviendra utilement, qu'il développera chez l'enfant et l'adolescent la puissance des diverses parties de l'organisme et retardera le plus longtemps possible chez le vieillard les conséquences fatales de la décadence physique ; en un mot, l'exercice physique méthodiquement et judicieusement appliqué dès l'enfance est le meilleur

moyen d'obtenir chez l'individu ce bon équilibre dans le fonctionnement des organes qui constitue un bien inappréciable, la Santé.

Au cours de la croissance, il aura avant tout une influence globale, due au retentissement sur les organes profonds et les fonctions profondes.

L'influence des exercices physiques étant recherchée dans ses effets sur la croissance, nous étudierons successivement :

1° Quelques généralités sur la croissance et ses différentes périodes ;

2° Le besoin de mouvement chez l'enfant et les méfaits de la sédentarité sur la croissance ;

3° Les bases physiologiques de l'exercice aux diverses périodes de la croissance ;

4° Le retentissement de l'exercice sur les appareils cardio-vasculaire et pulmonaire, qui sont considérés comme étant l'origine de la croissance « globale » de l'individu ;

5° L'influence sur certains tissus appartenant à l'appareil locomoteur : muscles, articulations, os ;

6° Le comportement ultérieur de l'enfant préalablement éduqué.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA CROISSANCE A SES DIFFÉRENTES PÉRIODES

La croissance est la période de la vie pendant laquelle l'être humain va se développer. Cette poussée évolutive est un phénomène normal, physiologique, qu'il faut considérer comme une manière de fonction.

La croissance ne se fait pas d'une manière uniforme et régulière, mais par oscillations. Pour une année donnée, l'accroissement peut être double, triple, quadruple même, de ce qu'il était dans les années précédentes. La croissance a son maximum d'intensité pendant les neuf mois de la vie intra-utérine. Après la naissance, elle est encore très active, mais ne suit pas une courbe régulière, chaque organe ayant son évolution propre.

Le poids, d'après M. Comby, étant à la naissance de 3.000 grammes, est doublé à quatre mois, triplé à douze mois, et quadruplé à l'âge de deux ans, de façon approximative. Son augmentation suit sensiblement la marche suivante :

5 ans	15 kgs
8 ans	20 kgs
De 12 à 13 ans.....	30 kgs

De 15 à 16 ans.....	48 kgs
De 18 à 19 ans.....	55 kgs
25 ans	66 kgs

Les filles, à partir de 8 ans, pèsent d'abord plus que les garçons, pour arriver à un poids de 45-46 kgs vers l'âge de 16 ans (sensiblement égal à celui des garçons au même âge).

La taille à la naissance est de 50 centimètres ; elle atteint :

à 4 mois	62 cms
à 1 an	70 cms
à 2 ans	80 cms
à 5 ans	100 cms
à 10-11 ans	130 cms
à 12-13 ans	140 cms
à 16-17 ans	160 cms
à 20-25 ans	168 cms

L'égalité de taille entre les garçons et les filles correspond à 120 centimètres vers l'âge de 9 ans environ.

L'accroissement de la taille ne porte pas également sur les diverses parties du corps.

De la naissance à la puberté, ce sont surtout les membres qui grandissent. Le buste ne se développe qu'ultérieurement. Les membres inférieurs s'allongent très vite, le bassin accroît ses dimensions chez les fillettes surtout entre 11 et 14 ans, phénomène qui n'a lieu chez les garçons qu'un peu plus tard, entre 13 et 16 ans.

Si l'on considère les accroissements comparés des moitiés inférieures et supérieures du corps, on trouve successivement les résultats suivants :

	MOITIÉ	MOITIÉ
	INFÉRIEURE	SUPÉRIEURE
Nouveau-né	0,25	0,25
1 an	0,37	0,35
3 ans	0,44	0,41
5 ans	0,52	0,46
8 ans	0,63	0,52
10 ans	0,73	0,54
11 ans	0,75	0,57
13 ans	0,82	0,60
20 ans	0,99	0,68

Le tronc reste court et le thorax étroit jusqu'à l'âge de 12 ans environ. C'est une notion capitale à retenir pour le sujet qui nous intéresse. Entre 12 et 15 ans, le thorax s'allonge proportionnellement plus que le reste du corps, mais ce n'est qu'à cet âge ultime que l'indice thoracique (rapport entre la taille et le périmètre thoracique) s'accroît et qu'il dépasse de deux centimètres la moitié de la taille.

Comme nous l'avons vu, ce sont les extrémités qui s'accroissent les premières. Cet accroissement en longueur pendant l'enfance est dû aux cartilages de conjugaison, partie essentiellement vivante de l'os. Leur persistance implique la non-terminaison de la crois-

sance du corps. L'époque de leur disparition varie suivant les segments considérés.

Pour l'humérus, la soudure de l'épiphyse à la diaphyse s'effectue entre 16 et 18 ans pour l'extrémité inférieure, entre 20 et 22 ans pour l'extrémité supérieure ; le radius n'est ossifié qu'à 20 ans. Pour le fémur, la soudure des différents points d'ossification se fait de la façon suivante : le grand et le petit trochanter se soudent à la diaphyse de 16 à 18 ans, la tête fémorale à 19 ans. L'extrémité inférieure du fémur n'est complètement unie à la diaphyse qu'entre 20 et 22 ans.

Les points d'ossification des côtes ne se soudent entre eux qu'entre 16 et 20 ans ; la poignée du sternum ne se soude au corps de l'os qu'à 20-25 ans.

Ainsi que nous venons de le voir, les os demeurent très malléables pendant la plus grande partie de la croissance. Cette malléabilité est une propriété que l'Educateur physique doit toujours avoir à l'esprit. Elle doit guider l'effort à accomplir par l'enfant, afin qu'un développement prématuré des muscles n'influe pas sur l'allongement normal des os.

L'âge auquel la croissance se trouve terminée a donné lieu à des statistiques très différentes suivant les auteurs. En tout cas, elle est extrêmement lente à partir de 20 ans et ne se prolonge pas au-dessus de 30 ans, ces chiffres étant plus faibles dans le sexe féminin où la croissance s'arrête plus tôt.

On peut distinguer, avec ANTHONY, un certain nom-

bre de phases dans la vie de l'individu en période de croissance :

1° La première enfance, qui va de la naissance jusqu'au sevrage et qui se caractérise par une croissance rapide de la taille et du poids.

2° L'enfance, pendant laquelle la croissance se ralentit un peu.

3° La puberté, marquée par une poussée nouvelle.

4° L'adolescence, qui va de la puberté à l'âge adulte.

Cette division présente au point de vue de l'évolution de l'individu une grande importance, si on la considère dans son ensemble et qu'on ne cherche pas à la préciser par des chiffres intangibles. Toutefois, en se plaçant dans le cadre qui nous intéresse, et en appliquant cette idée de continuité dans les périodes, on peut envisager :

1° La période de la première enfance, allant jusqu'à 5 à 6 ans ;

2° La période prépubertaire de 6 à 13 ans ;

3° La période pubertaire et postpubertaire de 13 à 18 ans ;

4° La période de l'homme et de la femme jeunes au-dessus de 18 ans.

A chacune de ces phases doivent correspondre des exercices physiques particuliers, visant un développement harmonieux des différentes parties du corps, et en accord avec les lois physiologiques que l'on a pu tirer de l'étude de la croissance. Ces bases de l'exercice physique feront l'objet d'un chapitre prochain.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE BESOIN DE MOUVEMENT CHEZ L'ENFANT

Tous les jeunes animaux ont besoin de mouvement ; c'est pour eux une nécessité au même titre que le sommeil et les aliments. L'enfant étant un animal intelligent, suivant la parole d'EMERSON, la condition primordiale de son adaptation à la vie, c'est d'être avant tout un bon animal. Il convient encore ici de suivre la Nature. Si l'on considère, en effet, un poulain dans un pâturage, un jeune chien en liberté, des enfants au sortir de la classe, nous les verrons se livrer d'eux-mêmes à des courses désordonnées, à des mouvements brusques, selon leur fantaisie. En somme, ils recherchent le maximum de déplacement. Or ces êtres ne remuent pas uniquement à cause de la joie qu'ils ont à être libres, mais surtout parce qu'une force impérieuse les oblige à détendre brusquement tous leurs muscles.

Les enfants sains et en bonne santé éprouvent la plus grande peine à rester quelques instants inactifs. Pour de nombreux parents, les enfants sages sont ceux qui ne les gênent en aucune façon. Cependant, ces enfants, que l'on cite souvent comme des modèles de sagesse, sont des malades en puissance, des petits êtres

souffreteux et maigres dont les joues n'auront jamais la couleur de leurs joyeux camarades.

La Nature a doué l'enfant d'un appétit de mouvement, appétit normal dont la satisfaction est un signe de bon fonctionnement de l'organisme. C'est le trop plein de vigueur et d'activité qui s'échappe, et si l'enfant ne s'adonne pas à cette débauche d'exercice, c'est bien souvent qu'il porte en lui une tare pathologique qui suspend cette vigueur et cette soif de mouvement.

Que les nécessités ou les obligations de la vie actuelle amènent un enfant qui a l'habitude de vivre au grand air, de jouer selon son gré, à abandonner cette existence dans laquelle il trouvait tant de satisfaction, nous en ferons bientôt, sous prétexte d'être correct, un petit vieillard triste et maussade. Cet enfant dépérira et s'habituera peu à peu au nouveau genre de vie qu'on lui a imposé. Il perdra alors progressivement l'habitude du mouvement, et si plus tard on lui donne à nouveau la permission de jouer comme autrefois avec les enfants de son âge, il le fera alors avec nonchalance et sans goût. Il ne pourra rivaliser en force et en adresse avec ceux dont il était l'égal auparavant.

« L'instinct de l'enfant livré à lui-même, a dit LAGRANGE, le pousse à alterner rapidement des mouvements violents et des intervalles d'immobilité. » L'enfant n'est pas fait pour les exercices de longue durée ; le travail continu le fatigue vite et il sait lui-même régler la dose d'exercice qu'il prend, par de fréquents repos.

Il suffit de regarder attentivement un groupe d'enfants qu'on laisse jouer librement. Se poursuivent-ils ? ils y mettent toute l'ardeur possible pendant un court instant, pour reprendre le jeu après une interruption qui leur permet de récupérer une activité nouvelle.

Ce besoin de mouvement doit être satisfait chez l'enfant. En dehors du rôle bienfaisant que nous étudierons plus loin, il permettra de lutter contre le ralentissement progressif de l'activité des grandes fonctions aboutissant à la déchéance prématurée de l'organisme.

Ce besoin instinctif est d'autant plus impérieux que le sujet est plus jeune. Le jeu est pour lui le moyen naturel de le satisfaire. Aussi est-il pour l'enfant le meilleur de tous les exercices surtout quand il utilise la course, stimulant essentiel de l'activité organique. Il répond à un double besoin. Chez l'enfant qui ne désassimile pas suffisamment les tissus réclament plus d'oxygène pour se débarrasser des matières de réserve qui les gênent. Chez celui qui assimile insuffisamment, chez le maigre, l'exercice s'impose pour atténuer la langueur générale des fonctions et pour leur donner une activité nouvelle. L'excitant est précisément l'oxygène transporté dans les tissus par un sang plus riche et circulant plus activement ; seul, l'exercice physique peut le fournir.

MÉFAITS DE LA SÉDENTARITÉ SUR LA CROISSANCE

Les conséquences pathologiques de la sédentarité sont différentes suivant les différentes périodes de la vie. Il semble que ce soit chez l'enfant en voie de croissance que ses manifestations sont les plus dangereuses. D'après ce que nous avons étudié précédemment, elle apparaît en opposition absolue avec la vie active faite d'exercice et de jeux. L'enfant sain répugne à l'immobilité, il est nécessaire de lui imposer la pratique de l'exercice physique et de ne pas l'abandonner à la routine et à la fantaisie de ceux qui ont charge de l'élever. Il faut donc de toutes ses forces lutter contre la sédentarité. Voyons donc quels peuvent être les méfaits du défaut d'exercice chez l'enfant.

Le premier et le plus apparent des symptômes est, pour M. BOIGEY, qui a bien étudié la question, l'arrêt de la croissance corporelle. Il y a un ralentissement manifeste de la nutrition, principalement aux endroits où l'activité vitale se fait le mieux sentir. Les cartilages de conjugaison par lesquels se fait l'accroissement des os représentent une des localisations les plus typiques. La sédentarité doit être incriminée dans tout arrêt ou ralentissement du développement du système

osseux, à moins que l'hérédité ou une maladie intercurrente puisse être mise en cause.

D'autre part, la sédentarité est responsable de l'irrégularité de l'accroissement du poids du corps. Comme nous l'avons vu précédemment, le poids de l'enfant sain augmente de façon progressive et continue.

Si l'on considère que pendant les mois d'hiver, où l'enfant est bien souvent dans l'obligation de suspendre toute vie active, les malades sont plus nombreux que pendant les périodes ensoleillées, on peut dire que la sédentarité prédispose aux maladies.

Au point de vue musculaire le défaut d'exercice produit aussi un arrêt de développement. Trop souvent inactifs, les muscles restent grêles, infiltrés d'une adipose molle. Il suffit de penser aux membres fracturés immobilisés pendant des semaines, pour avoir une idée du degré d'atrophie, tel qu'on peut à première vue croire à une paralysie.

Le système circulatoire subit aussi le contre-coup du manque de mouvement. A l'état de repos et d'immobilité les mouvements du cœur ne se ralentissent point comme on l'a bien souvent soutenu. Mais chaque systole envoie une ondée sanguine bien moins importante qu'à l'état d'activité corporelle. En conséquence l'organisme est bien moins irrigué par le sang artériel, chargé de répartir l'oxygène et les matières nutritives dans les tissus. La sédentarité agit de façon très défavorable sur la circulation sanguine. Il existe une stase se traduisant par un état de congestion avec

cyanose, refroidissement et gonflement dans les parties déclives.

La diminution d'amplitude de l'ondée sanguine a pour conséquence la diminution d'amplitude des mouvements respiratoires. L'enfant surtout a tendance à respirer superficiellement. Le volume d'air introduit dans les poumons à chaque inspiration sera donc faible. D'autre part, l'expiration ne videra qu'incomplètement les alvéoles pulmonaires du résidu d'air vicié par l'acide carbonique. L'enfant ne pourra donc développer sa cage thoracique, l'assouplir, et augmenter sa capacité respiratoire. Au moindre effort, il s'essoufflera rapidement et devra renoncer à toute tentative.

Au point de vue attitude générale, la sédentarité a une importance capitale. Comme nous l'avons dit, le défaut d'exercice a pour corollaire la grande faiblesse des muscles. Ainsi, en matière de colonne vertébrale, la rectitude du mât dépend en partie de l'équilibre de contraction des muscles fixateurs. L'inaction, l'immobilisation tendent souvent à la fixer dans une attitude vicieuse. La plupart des déviations de croissance sont malheureusement des déviations dues à la sédentarité. Les vertèbres sont relativement mobiles les unes sur les autres. Elles ne peuvent acquérir la résistance d'une tige homogène qu'à la condition d'être pressées les unes sur les autres par la contraction symétrique des muscles qui les entourent. Ceux-ci étant trop faibles, le poids de la tête et des épaules fait glisser les corps vertébraux et les entraîne du côté où la pesanteur fait pencher le corps, d'où toute la

série des déformations classiques : scolioses, cyphoses, lordoses. L'exercice, en donnant aux muscles une force plus accentuée, devient un préventif de ces déformations de croissance et quelquefois un traitement curatif des difformités acquises.

On voit par cette revue rapide les méfaits que la sédentarité peut causer pendant la période de croissance chez l'enfant. Tous les modes d'activité physiologique sont réduits à leur plus simple expression. C'est un danger auquel le Médecin doit pouvoir remédier en persuadant ceux qui sont chargés de l'élevage de l'enfance, de la nécessité de l'exercice physique.

LES BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'EXERCICE PHYSIQUE AUX DIFFÉRENTES PÉRIODES DE LA CROISSANCE

On confond volontiers les termes d'exercice physique et d'éducation physique ; or l'exercice physique n'est qu'un élément de l'éducation physique, c'est le terme le plus général de l'activité corporelle. Il s'applique à toute activité neuromusculaire quel qu'en soit le mode ou le but. Toutefois, il est indéniable qu'il repose sur des bases anatomiques, physiologiques, sur les phénomènes de la croissance en particulier, bases scientifiques qui ne doivent pas échapper à l'Educateur physique, dont la technique est pleine de complexités.

S'il existe de nombreuses méthodes d'éducation physique qui paraissent se faire la guerre, il ne pourrait venir à l'idée de personne de porter sur chacune d'elles un jugement définitif. En éducation physique, le principe fondamental doit être l'éclectisme. Tout mouvement demeure supérieur à l'inaction et la guerre des systèmes n'est qu'un stérile affrontement. Le résultat essentiel doit être la santé, manifestation la plus souhaitable de l'équilibre organique.

L'activité physique est favorable et utile au déve-

loppement de l'individu, mais dans certaines limites variable suivant les sujets. En dehors de ces limites, il est peut-être nuisible (ce principe semble capital). Il lui faut une action progressive, méthodique, de l'enfance à l'âge adulte. Il lui faut rechercher l'harmonie des fonctions comme celles des formes, et son vrai but est de créer des sujets bien développés suivant leur type et doués de la plus grande résistance possible à l'état de maladie.

L'exercice physique, comme en thérapeutique, doit être dosé suivant l'âge physiologique de chacun. C'est un chapitre de l'hygiène générale nécessitant la connaissance de l'organisme humain, surtout pendant l'âge de la croissance.

Si nous suivons dans chacune des périodes de la croissance l'évolution de l'individu, il semble que l'on peut en déduire les réflexions suivantes en ce qui concerne la pratique des exercices physiques :

a) Période de la première enfance.

Pendant cette phase de la croissance, que l'on peut limiter à cinq ou six ans, l'enfant n'est pas livré à lui-même. Il est analogue à une petite plante. Il lui faut avant tout une nourriture saine, de l'air pur, une protection contre le chaud et le froid, les dangers extérieurs. A cette période proche de la naissance, c'est la mère que l'on doit éduquer. Elle aura charge de faire l'éducation sensorielle de son enfant, à lui apprendre à percevoir juste. Il faudra qu'elle lui apprenne à palper, à se servir de ses doigts. Pendant cette première période, l'enfant jouera librement. Ce

sera pour lui à la fois l'exercice physique comme l'exercice intellectuel.

b) Période prépubertaire.

À cette époque, allant environ de six ans à treize ans, l'enfant est alors en pleine croissance. Cette période représentant le tiers de la vie est le siège d'incessantes transformations, donc capitale pour l'Éducateur et le Médecin. Leur collaboration est indispensable. Seul le Médecin connaît la multiplicité des troubles de croissance, la fragilité des tissus de l'enfant. Celui-ci devra être surveillé dans ses évolutions, afin de pouvoir dépister une maladie latente, dépendant d'une insuffisance squelettique, cardiaque, respiratoire, ou de troubles des sécrétions internes.

Pendant cette période prépubertaire, l'exercice physique visera uniquement à développer toutes les fonctions organiques ; à aucun moment il ne développera systématiquement l'appareil musculaire.

Avant la puberté, la croissance, comme nous l'avons vu précédemment, est surtout osseuse ; après la puberté, elle est surtout musculaire. Donc, en principe, il faut éviter les exercices de force. Les mouvements doivent être libres, faciles. Il faut laisser aller l'enfant à l'exercice naturel.

L'exercice naturel est en éducation physique, plus qu'une base, c'est le corps de l'édifice ; aucune méthode ne peut rien sans lui. Il vise un bloc d'aptitudes fondamentales qui doivent être cultivées partout : vitesse, adresse, souplesse. De plus il favorise grande-

ment l'éducation respiratoire. L'entraînement respiratoire de l'enfant que l'on peut modifier en fréquence et en amplitude, constitue le meilleur moyen d'assurer largement les frais de la croissance. C'est une question sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

b) Période pubertaire et postpubertaire.

Allant de treize à dix-huit ans, elle est le véritable stade du développement de l'enfant.

La puberté, époque importante de la vie de l'individu met à peu près deux ans pour s'installer. Dans nos régions, elle correspond à l'âge de treize à quinze ans ; ses effets continuent à se faire sentir jusqu'à dix-huit ans environ. Cette période de cinq années, plus précoce chez le sexe féminin que chez le sexe masculin, est le siège d'une transformation organique des plus intenses.

La fragilité des organes est très grande, aussi est-ce l'époque où le médecin doit exercer le plus grand contrôle sur les fonctions respiratoire, cardiaque, nerveuse en particulier. Il doit être à l'affût des petits signes de surmenage tant à la fois physique qu'intellectuel. L'enfant, à cette époque a tendance à présumer de ses forces, n'ayant pas la notion exacte de ses moyens. Seules, ses possibilités respiratoires sont grandes, mais le système cardiaque peut présenter des signes de défaillance.

D'après les nombreux travaux faits en physiologie, il résulte qu'à l'âge de treize ans, l'enfant dispose de 64 centimètres cubes d'air par kilogramme de poids,

tandis qu'à vingt ans, il ne dispose plus que de 45 centimètres cubes. En conséquence, le développement de l'appareil respiratoire peut être continué sans le moindre danger à la période pubertaire et postpubertaire.

Les jeux visant la souplesse, l'adresse en particulier, seront à recommander. Ils viseront d'autre part au développement musculaire normal, afin de ne gêner en aucune façon la croissance osseuse inachevée. Tous les exercices susceptibles de fatiguer le cœur seront proscrits.

À l'adolescence, entre seize et dix-huit ans, les signes capitaux de la croissance et de la puberté s'amendent peu à peu. Le système osseux ayant pris de la résistance, les muscles se développent faisant apparaître leurs reliefs normaux. Le grand enfant est alors plus fort et revêt son type définitif. C'est seulement à cette époque que les exercices de force commencent à faire partie du régime. L'énergie musculaire sera cultivée progressivement afin de ne point léser l'équilibre physiologique. Aux exercices habituels et naturels de course, saut, lancer, aux jeux individuels s'ajouteront des jeux collectifs qui seront la base de son initiation sportive.

Chez les jeunes filles, ce système visera à développer la coordination des mouvements et un système musculaire harmonieux.

Avant tout, il faudra éviter le surmenage, donc s'abstenir de toute épreuve imposée. La compétition sportive d'un niveau relevé ne doit être permise que sous une surveillance médicale sérieuse, contrôlant

les fonctions cardiaques et respiratoires d'après les tests physiologiques classiques.

d) Période de l'éducation physique supérieure.

Après l'âge de dix-huit ans, il est permis enfin d'appliquer aux exercices éducatifs précédents la pratique des sports.

Notre époque est sportive. Toute la jeunesse se sent attirée vers le stade, cultivant la forme physique et la beauté du geste. Il lui faut une solide résistance organique pour supporter le sport, forme supérieure du mouvement. Le contrôle médical sera ici encore nécessaire afin d'éviter les accidents toujours possibles et malheureusement fréquents. Il visera à dépister toute tare physiologique et toute inaptitude.

L'adolescent s'adonnant à la grande compétition se trouve dans l'obligation d'exiger le maximum de rendement de son organisme. Il en résulte la nécessité d'un entraînement judicieux, d'un véritable apprentissage des gestes, afin de faire passer à l'état de réflexes, les mouvements les plus compliqués.

Le sport est une science et un art. Une science parce qu'il s'appuie sur la physiologie dont elle est l'application, un art parce qu'il exige une persévérance dans la recherche de la beauté des attitudes. C'est plutôt un moyen de perfectionnement qu'un moyen de développement. Il est le juste couronnement d'une éducation physique rationnelle et scientifique, visant à l'épanouissement complet de l'individu, à son développement physique intégral.

LE RETENTISSEMENT DE L'EXERCICE PHYSIQUE SUR L'APPAREIL CARDIO-VASCULAIRE DE L'ENFANT

L'appareil circulatoire régit la vie physique. Au cours de la croissance, période à laquelle nous nous sommes limités, son développement préside à la destinée physique de l'enfant. Voyons quelles sont les particularités de cette évolution.

BIZOT a montré que le développement du cœur se fait graduellement pendant toutes les périodes de la vie. Ce qui domine la question au point de vue croissance, c'est l'hypertrophie de cet organe. Cette hypertrophie cardiaque est un des arguments invoqués par les parents pour soustraire leurs enfants à tout effort physique. La crainte de lésions pathologiques, la moindre dyspnée leur suffit pour les condamner à une vie sédentaire, alors qu'une pratique raisonnée des exercices physiques suffirait pour faire disparaître la moindre anomalie physiologique.

D'après HUCHARD, l'essoufflement et les battements accélérés que l'on rencontre vers l'âge de douze ans chez l'enfant, ne sont pas dus à l'hypertrophie cardiaque évolutive (sans aucun signe organique), mais bien au développement insuffisant de la cage thora-

cique, dont les diamètres transversaux et antéro-postérieurs sont proportionnellement très étroits.

DE MASSARY considère lui aussi que, même lorsque l'organe semble hypertrophié, la pointe battant en dehors de la ligne mamelonnaire, dans le 6° ou 7° espace intercostal, il ne faut pas se hâter de porter le diagnostic d'hypertrophie, car le cœur n'apparaît trop gros que proportionnellement à un thorax peu développé.

D'après les idées de ces deux auteurs, on peut juger quelle influence désastreuse peut avoir la sédentarité, laissant la cage thoracique se figer définitivement, alors que le cœur continue à augmenter de volume.

Il faut que le médecin oriente alors le travail physique, et à cet effet, il doit savoir dépister chez l'enfant les différentes variétés de rapport entre le cœur et le thorax.

Ces variétés sont les suivantes :

1° Cœur normal dans un thorax normal ;

2° Cœur normal dans un thorax insuffisant.

C'est la pseudo-hypertrophie de croissance de DE MASSARY, en général bien tolérée, car elle n'est due qu'à un retard momentané dans le développement de la cage thoracique ;

3° Cœur hypertrophié dans un thorax insuffisant.

Cette variété, comme son nom l'indique, résulte d'un développement inégal entre le cœur, organe souple, et la cage thoracique, rigide. Ce qui est le plus important ce n'est pas l'hypertrophie, mais le thorax trop étroit.

Comme l'a dit DE MASSARY, « l'hypertrophie est loin d'être un état pathologique, elle permet de supporter facilement des fatigues musculaires qui dépassent la normale ». Il résulte de ces considérations, qu'en règle immuable, on ne doit point laisser le cœur se développer sans assurer le développement parallèle de la cage thoracique.

Etudions maintenant l'influence de l'exercice sur l'appareil circulatoire.

MAGNON, professeur de morphologie, a bien mis en évidence la relation entre l'effort musculaire et les variations de poids du cœur, surtout chez les animaux. Sous l'influence de l'exercice, cet organe s'hypertrophie ; il semble même que soit un des muscles de l'organisme qui tende le plus à s'accroître, aboutissant normal du grand nombre de contractions. Chez l'être humain il en est de même. On a discuté la question de savoir s'il s'agissait de néoformations de fibres musculaires ou seulement d'hypertrophie des anciennes fibres. DEBOVE, LETULLE se sont occupés de la question sans la résoudre. Mais dans l'un ou l'autre cas, il semble qu'à la base, il n'y ait qu'une adaptation fonctionnelle en rapport avec les lois de la biomécanique.

D'autres auteurs ont étudié la question de cette augmentation de volume sous l'influence de l'exercice. HILL a établi les rapports existant entre la longueur des fibres et l'énergie des contractions. STARLING estime que l'allongement des fibres cardiaques a pour conséquence un accroissement de l'énergie disponible.

Parallèlement, on voit que la dilatation du cœur

n'est pas nécessairement un symptôme de faiblesse, mais qu'elle n'est qu'une condition essentielle pour rendre le cœur capable de répondre aux demandes diverses qui lui sont faites au cours de l'exercice.

VAQUEZ et BORDET ont conclu à ce que la dilatation physiologique du cœur se traduit radioscopiquement par une augmentation diastolique nette et transitoire, alors que l'augmentation systolique n'est pas appréciable. Lorsque cette systole tend à maintenir les dimensions primitives des cavités quel que soit le degré de la dilatation diastolique, on peut être assuré que l'énergie de contraction du myocarde reste entière.

Chez l'enfant et l'adolescent, il faut se garder de confondre une dilatation cardiaque pathologique avec l'hypertrophie de travail. La première contre-indique les exercices physiques, la deuxième n'en est que le résultat.

Sous l'influence de l'exercice, outre l'hypertrophie cardiaque, existe une accélération du rythme et un accroissement de volume de chaque onnée sanguine.

L'accélération du rythme, que nous avons souvent étudiée sur les jeunes sujets pratiquant des jeux collectifs ou individuels, présente un caractère personnel, différant suivant les enfants examinés. Nous l'avons vu monter à 150 après un quart d'heure d'exercice actif, sans trouver pour cela la moindre lésion pathologique du cœur. Il semble qu'il ne faut pas attacher trop d'importance au nombre de pulsations durant un exercice. La notion principale est le retour au calme en vertu du principe suivant : la va-

leur fonctionnelle d'un organe est d'autant meilleure que ce dernier s'écarte moins de son point d'équilibre à l'occasion d'un effort, et qu'il y revient ensuite plus rapidement.

L'ondée sanguine augmente elle aussi. L'expérience de CHAUVEAU sur l'artère massétérine du cheval en est la preuve. Sous l'influence de l'exercice, les tissus sont plus irrigués et le cœur lance une plus grande quantité de sang qu'à l'état de repos. Des 60 centimètres cubes normaux projetés dans l'aorte à chaque systole le débit peut monter jusqu'à 120-150 centimètres cubes.

Considérons maintenant les variations de la tension artérielle en fonction du travail musculaire fourni par l'enfant exempt de tares organiques.

A partir de l'âge de sept ans, la tension évolue sensiblement dans les mêmes limites que celle de l'adulte.

Nous avons eu l'occasion sur les terrains de sport de prendre quelques mesures avec l'appareil Vaquez, sur quelques jeunes gens pratiquant le football. Les sujets observés dont l'âge variait de douze à quinze ans, nous ont permis d'arriver à la constatation des faits suivants.

Tous étaient exempts de lésions organiques, leurs observations presque semblables permettent de réaliser une observation type.

A l'état de repos, temps physiologique normal :

la maxima (Mx) est de 15,

la minima (Mn) est de 8,

d'où une différentielle D égale à 7.

Sous l'influence de l'exercice, courses rapides sur une distance de 25 mètres environ, coupées de repos très brefs, nous avons trouvé au bout de 15 minutes :

une Mx à 18,

une Mn normale à 8,

d'où une D égale à 10.

La maxima augmente par l'effort systolique.

La minima traduit le soutien diastolique de l'effort.

La différentielle, large, un travail compensé.

Après une période de 30 minutes d'activité poussée nous avons trouvé :

une Mx égale à 15,

une Mn égale à 7,5,

une D égale à 7,5.

Le cœur à cette époque ne réagit plus contre l'excès de travail. La minima traduit un léger relâchement diastolique. Nous sommes à la première étape de la fatigue.

A cet instant, les mesures prises variaient évidemment selon la résistance organique du sujet considéré. D'après les expériences faites sur des enfants en état de fatigue, il apparaît que la maxima et la minima tombent encore respectivement à 12 et 7, d'où une différentielle égale à 5, ce qui traduit la capitulation systolique devant l'effort à fournir et une impossibilité de contenir cet effort. C'est un stade qui ne doit pas être dépassé, sous peine de graves erreurs de surmenage.

En résumé, la tension différentielle peut à elle seule nous informer sur la morphologie physiologique correspondant au degré de travail effectué et à la fatigue

celle-ci se traduisant par une hypotension nette de la maxima et de la minima. Ces constatations sont une preuve que l'exercice physique chez l'enfant et l'adolescent doit être effectué sous la surveillance médicale, afin de pouvoir découvrir les moindres symptômes traduisant un fléchissement cardiaque.

LE RETENTISSEMENT DE L'EXERCICE PHYSIQUE SUR L'APPAREIL PULMONAIRE DE L'ENFANT

La fonction respiratoire, comme la fonction circulatoire est, elle aussi, liée intimement à l'évolution physiologique de l'enfant. Le premier acte vital est une inspiration. L'oxygène indispensable à tout être vivant, en période de croissance, doit satisfaire à la fois aux combustions organiques et faire les frais de la croissance même : l'enfant consomme 25 grammes d'oxygène par kilogramme de poids, l'adulte 11 grammes seulement.

MAUREL, de Toulouse, fait remarquer que relativement à l'adulte, la surface du champ pulmonaire est plus grande chez l'enfant. De plus, le nombre des mouvements respiratoires va en décroissant à mesure que l'âge augmente.

Par minute, il est de :

44 à la naissance,
26 à 5 ans,
20 à 15 ans,
16 à l'état adulte.

Sous l'influence de l'exercice, ce rythme normal se

trouve encore accéléré. Comme l'a dit MÉRY : « le besoin de mouvement répond, en grande partie, au premier besoin, au besoin d'aération. Grâce au mouvement, la respiration devient plus profonde et plus rapide ; l'oxygénation se fait dans les meilleures conditions et je puis rappeler qu'un enfant qui court absorbe sept fois plus d'oxygène qu'un enfant au repos. »

D'après M. BOIGEY, la valeur des échanges respiratoires au repos étant exprimée par l'unité, on constate dans un temps donné, les échanges suivants :

Position assise	1,24
Station debout	1,41
Marche lente (2 kmh.)	1,87
Marche (4 kmh.)	3,06
Marche en portant un poids égal au 1/5 du poids du corps et à 4 kmh. . .	4,21
Jeu de barre très actif, au bout d'une demi-heure	6,27

Bien des observations ont été faites par des auteurs, et elles concordent toutes : l'exercice augmente la quantité d'oxygène respiré. LAVOISIER avait reconnu que si un homme au repos absorbe par heure 24 litres d'oxygène, en 15 minutes de travail il en absorbe 63 l. 5. Cela tient à ce qu'un muscle demande d'autant plus d'oxygène qu'il se contracte davantage.

Le terme des oxydations est la production de CO^2 dont la quantité émise varie suivant l'importance de l'effort. L'exercice provoque donc une activité respi-

ratoire plus grande puisqu'il faut pourvoir à l'approvisionnement en oxygène des muscles et rejeter à l'extérieur CO^2 , produit de déchet.

Non seulement le rythme de la respiration s'accélère, mais son amplitude augmente.

L'accélération du rythme dépend du système nerveux. Le centre respiratoire du bulbe rachidien ordonne l'action des poumons, sous l'influence de l'acide carbonique du sang veineux.

L'amplitude des mouvements respiratoires répond aux besoins de l'organisme. Elle est conditionnée par le développement de la cage thoracique et le fonctionnement de toutes les parties du poumon, des sommets en particulier.

L'exercice physique favorise chez l'enfant l'élargissement de la cage thoracique dans tous ses diamètres. Il donne l'élasticité à la partie supérieure des articulations sterno-costales et vertébro-costales et permet à l'air d'entrer plus facilement dans les poumons. C'est là une conséquence très importante, attendu qu'à l'état de sédentarité, les six premières articulations chondro-sternales présentent un jeu thoracique moins élastique que les côtes suivantes. Il y a donc insuffisance respiratoire de la partie supérieure des poumons, d'où cette particularité d'être sensible aux germes pathogènes.

De plus l'exercice physique améliore le jeu du diaphragme, son dôme s'affaisse mieux, d'où le déplissement plus complet des alvéoles assurant une meilleure hématose et une plus grande capacité vitale.

Au cours de l'exercice, on prend toujours assez d'oxygène, mais on n'expulse pas suffisamment d'acide carbonique. Donc il faut apprendre les enfants à bien respirer, afin qu'ils offrent une résistance plus grande à la fatigue et à la maladie. De plus ils assureront une nutrition plus régulière et plus complète de leurs tissus. La respiration complète doit être nasale, déterminant au cours de l'inspiration la dilatation du thorax dans les trois sens : vertical, transversal et antéro-postérieur, embrassant ainsi tout le parenchyme pulmonaire. Donc tout concourra à rendre indispensable l'amplitude de la cage thoracique. Le cœur retrouvera la place dont il a besoin et son hypertrophie sera proportionnellement réduite du fait de l'augmentation des diamètres thoraciques.

Cette augmentation des fonctions respiratoires va entraîner une conséquence des plus favorables sur la santé de l'organisme. Les échanges gazeux, agents du métabolisme, interviennent dans les fonctions d'assimilation, de désassimilation et d'excrétion. Au cours de la croissance, elle présente une importance considérable puisque l'être vivant doit à cette époque retenir et fixer certains produits indispensables à sa bonne venue.

Les exercices qui activent le plus la respiration sont les exercices violents et le meilleur de tous, la course. Ils provoquent cette « ardente soif d'air » satisfaite par la pénétration de l'oxygène dans les poumons.

Nous terminerons ces considérations sur l'influence de l'exercice vis-à-vis de l'appareil pulmonaire en ci-

tant ce que disait LAGRANGE : « Quand un jeune sujet a la poitrine étroite et les côtes rentrées, recommandez-lui l'exercice de la course si c'est un garçon, ou le saut à la corde si c'est une fille. »

**DE L'INFLUENCE DE L'EXERCICE
PHYSIQUE
SUR CERTAINS TISSUS APPARTENANT
A L'APPAREIL LOCOMOTEUR :
MUSCLES, ARTICULATIONS, OS**

A. — Muscles

Tous les muscles existent chez l'enfant, mais ils sont petits et imparfaits. Il faut attendre l'époque de la puberté pour assister au véritable développement du système musculaire. C'est pourquoi, comme nous l'avons dit précédemment, il ne faut pas demander à cette période des exercices de force.

La fibre musculaire qui a 15 μ à la naissance atteint environ 200 μ à la puberté. Certains auteurs prétendent que, chez l'enfant, de nouvelles fibres musculaires peuvent apparaître à côté des anciennes, d'autres nient au contraire cette prolifération.

BUDGE considère que l'accroissement du muscle après la naissance se fait de deux façons : premièrement par multiplication du nombre des faisceaux primitifs, ensuite par néoformation de fibres. Il appuie cette affirmation par les constatations de WEISSMANN et de AEBY sur les muscles de la grenouille.

Bizzozéro conteste ce mode de développement. Pour

lui, l'hypertrophie remplace l'hyperplasie prénatale.

RUFFIER décrit le développement musculaire sous trois formes :

a) En quantité, par « épanouissement de la fibre, car en réalité, ainsi qu'il le fait remarquer, il est impossible d'augmenter le nombre de fibres musculaires par l'exercice. Nous avons, dit-il, dès notre naissance, le compte de cellules musculaires que nous devons à notre hérédité. Avec l'âge, elles augmentent de taille et d'épaisseur, comme les autres éléments de notre corps, mais il n'en peut naître de nouvelles ».

b) En volume, par augmentation du protoplasma contractile. Le muscle, gorgé de protoplasma, aurait alors une contractilité directement proportionnelle à sa masse. Cette contractilité lui permettrait de rester longtemps dans une attitude de résistance.

c) En qualité, par transformation en fibrilles de la plus grande quantité possible de ce protoplasma. Les muscles seraient doués d'une vitesse de contraction remarquable, contraction non durable, mais pouvant être souvent répétée.

Après ces considérations sur le développement normal des masses musculaires, voyons quelle est l'influence de l'exercice physique.

On sait que les enfants, qui pour une raison pathologique se trouvent contraints au repos, présentent des retards musculaires de croissance. Il apparaît donc, en conséquence de ce fait, que le muscle s'hypertrophie par le mouvement, d'autant mieux que le sujet est encore en évolution.

Tout en augmentant de volume, le tissu musculaire prend une autre structure. D'abord la graisse qui l'imprègne est brûlée, et laisse à l'organe sa forme propre apparaissant en relief sous la peau.

Il suffit pour se rendre compte du résultat esthétique produit par ces modifications, de comparer deux individus dont l'un se soumet à un exercice raisonnable, l'autre restant sédentaire. Et il est intéressant de constater que la santé et la beauté naturelle des formes sont liées entre elles de façon constante.

Ce développement musculaire sous l'influence de l'exercice a toujours été constaté par les auteurs. M. BOIGEY dans ses nombreuses observations en a donné des preuves irréfutables.

Nous avons eu l'occasion de le vérifier sur nous-mêmes et sur quelques jeunes sujets que nous avons dirigés.

Voici à titre de documentation notre observation personnelle, prise voici quatre ans :

Ayant toujours pratiqué les exercices physiques, sous toutes leurs formes et leurs applications, étant par conséquent très entraîné, nous avons, dans un but sportif, suivi tout un hiver, outre un entraînant judicieux, une culture physique spéciale portant surtout sur les segments supérieurs et les muscles thoraciques. Ceci afin d'obtenir un développement musculaire suffisant pour nous permettre de nous adonner à une variété d'exercices athlétiques : les lancers. Une période de quatre mois de mouvements éducatifs nous a donné les résultats suivants :

Le périmètre thoracique, à l'état passif, est passé de 100 centimètres à 104 centimètres.

Le périmètre brachial en extension et en flexion est passé de 29,5 — 32 à 31,5 — 34,5 centimètres.

Le périmètre antibrachial est passé de 29,5 à 30 centimètres.

Il est à noter que pendant cette période notre poids s'est abaissé de 2 kilogrammes à la fin du premier mois, pour remonter au chiffre normal de 85 kilogrammes à la fin des quatre mois d'exercice.

A quoi est dû ce développement du système musculaire ?

L'afflux de sang dans le muscle qui se contracte détermine une nutrition plus active du tissu, mieux irrigué par le liquide porteur des éléments nutritifs. Lorsque le muscle travaille, les substances azotées se fixent sur l'organisme. La contraction est la condition essentielle de ce phénomène. SCHLOSSMAN et MURSCHAUSER ont constaté ces faits pendant la période de croissance. D'autre part, CHITTENDEN a montré dans ses expériences faites sur des adolescents s'adonnant aux exercices physiques, qu'une alimentation même réduite en substance azotée, permet une fixation de celle-ci, accroissant les masses musculaires en fonction.

Dans une observation faite par MM. LABBÉ et L. FURET, pendant une cure d'amaigrissement, ils ont remarqué qu'il était possible de réaliser une rétention de produits azotés, grâce à l'exercice physique. Le sujet qui avait perdu 22 kilogrammes de poids, avait gagné

3 kilogrammes de masse musculaire, résultats obtenus par l'étude des bilans azotés pendant toute la cure.

Le tissu musculaire est de tous les tissus de l'organisme celui qui a la respiration élémentaire la plus active. P. BERT l'a démontré de la façon suivante. En plaçant dans un milieu oxygéné des fragments de même poids, de muscle, de foie, de cerveau, de graisse, il a observé que 100 grammes de muscle absorbent 50 parties d'oxygène, alors que 100 grammes de graisse n'en absorbent que 17 parties.

L'exercice favorisant de façon intense cette respiration élémentaire, il n'est pas douteux que l'afflux d'oxygène retentit sur l'économie tout entière et en particulier sur le muscle. L'exemple des enfants adénoïdiens dont l'organisme est insuffisamment pourvu en oxygène, montre outre leur thorax étroit, un développement musculaire faible.

En dehors de cet accroissement de volume, au fur et à mesure de son développement, le muscle perfectionne ses qualités essentielles de contractilité, de tonicité et d'excitabilité. Dans un mouvement volontaire, il y aura plus de netteté, de vigueur et de rapidité, par conséquent une économie de force, par meilleure participation des muscles directeurs, sans intervention précoce des antagonistes.

Pour terminer, il faut avouer que l'existence d'imposantes masses musculaires n'offrent qu'un intérêt relatif. La morphologie doit intéresser beaucoup moins que la fonction, la qualité de la contraction. La force ne s'apprécie pas en centimètres, et les sujets les plus

forts ne sont pas ceux qui présentent les mensurations maxima.

B. — Articulations

Au début de la vie, l'articulation domine l'action des masses musculaires. C'est l'organe du mouvement. Il a les plus grandes possibilités utilitaires. Au point de vue souplesse, le nourrisson se révèle très supérieur à l'enfant, celui-ci étant lui-même supérieur à l'adulte. Ceci est dû à ce que les muscles sont sollicités d'autant plus énergiquement au travail que le sujet est plus âgé.

De même que pour l'appareil musculaire, cartilages et cavités articulaires se forment et se modèlent sous l'influence de l'action mécanique de l'exercice. Ils sont fonction de l'adaptation aux conditions extérieures et suivent la destinée qu'on leur impose.

Cette partie de l'appareil locomoteur est touchée, elle aussi, par la sédentarité et peut-être plus encore chez l'adulte que chez l'enfant. Nous connaissons ces ankyloses qui succèdent à une longue immobilisation due à des maladies non seulement articulaires mais aussi extra-articulaires. Le mouvement peut leur faire récupérer en partie la fonction normale de l'articulation.

Celle-ci est touchée dans l'ensemble de ses tissus, mais surtout dans le tissu fibreux. Nous ne connaissons pas les phénomènes anatomiques et chimiques qui ont lieu. En outre, il semble aussi que le cartilage

se transforme, lorsque l'intensité du mouvement diminue ; là où règne une pression persistante il se calcifie, comme dans les luxations anciennes, par exemple.

D'après ces considérations, nous voyons quelle influence considérable peut avoir l'exercice sur les articulations.

Chez l'enfant, souple naturellement, l'appareil fixateur : capsule et ligaments, dispose d'un coefficient d'élasticité exceptionnel. Ces qualités innées, mais temporaires, sont conservées ou exaltées si le sujet entretient ce don par des exercices d'assouplissement d'amplitude croissante, qui seuls peuvent lutter contre l'ankylose relative que l'âge amène avec lui.

C. — Os

L'os, a dit MAREY, est une cire molle qui cède à toutes les forces extérieures et l'on peut dire du squelette que sa forme est celle que lui permettent d'avoir les parties molles dont il est environné. Il subit le contre-coup de l'activité des autres constituants de l'appareil moteur, muscles et articulations, que nous avons envisagés.

A la naissance, les os du fœtus sont lisses et unis. Plus tard sous l'influence du mouvement, les pressions d'appui et les tractions musculaires déterminent les saillies et les creux qui les caractérisent. CRUVEILHIER avait remarqué la relation qui existe entre les

crêtes osseuses d'une part et la puissance des muscles qui s'y insèrent d'autre part.

L'architecture intérieure de l'os est, elle aussi, soumise à l'application des forces exercées selon ses axes. RODET, MEYER et WOLFF ont montré la disposition régulière des travées osseuses dans la substance spongieuse de certains os. Cette disposition varie suivant le sens des tractions et des pressions supportées, modifiant d'autre part leur forme extérieure.

FICK, GUDDEN et MAREY ont observé que l'action musculaire a une répercussion sur le développement de l'os, surtout dans sa longueur. ANTHONY, par destruction de certains muscles chez de grands animaux, est arrivé à transformer morphologiquement certains os. De ces expériences, découle cette règle que nous avons déjà énoncée, c'est qu'il ne faut pas demander à un enfant à la période prépubère des exercices de force susceptibles de suspendre la croissance osseuse.

Les animaux que l'on prive d'exercice, en les tenant enfermés à l'abri de la lumière, ne tardent pas à s'allonger et dépassent en très peu de temps la taille des animaux témoins, identiques au point de vue âge et race. Cela tendrait à faire croire que la longueur des os ne semble pas influencée par les exercices physiques. S'ils peuvent avoir chez l'enfant une influence dans la période prépubère, il semble bien qu'ils n'ont pas grand effet sur la taille après la puberté. CARLIER reconnaît, comme la plupart des auteurs, qu'à cette époque de l'évolution, ils n'ont qu'un rôle restreint. Le mouvement, la vie au grand air, ne favorisent pas

la croissance en hauteur, mais en largeur, en épaisseur, en grosseur, c'est-à-dire en force.

L'exercice physique bien compris, reposant sur les bases physiologiques que nous avons énoncées, ne peut avoir qu'une influence favorable sur le système osseux, et ne peut être accusé d'avoir réduit la taille, si toutefois il ne l'a pas augmentée.

LE « COMPORTEMENT » ULTERIEUR DE L'ENFANT PRÉALABLEMENT ÉDUQUÉ

Le « comportement » ultérieur de l'individu, ses réactions en présence des difficultés de la vie sont grandement conditionnées par l'éducation reçue pendant la période d'évolution physique.

Dans la personnalité d'un sujet transparaissent un certain nombre de qualités biologiques.

Nous ne nous occuperons ici ni de morphologie, ni de physiologie, mais de gestes, d'action, de rendement.

Le capital acquis par une éducation physique rationnelle, pousse tout naturellement l'individu à mettre en pratique les qualités qu'il a pu acquérir ou modifier. Le sport étant, pour l'adolescent, la consécration du développement physique, lui permettra d'entretenir ses qualités et même de les perfectionner. Or, à la base de toute variété de sport, se trouvent ces quatre qualités primordiales, mises en valeur par M. BELLIN DU COTEAU, qui s'est beaucoup occupé de la question sportive : la vitesse, l'adresse, la résistance et la force.

La première, la vitesse, est une qualité innée. Elle fait partie du patrimoine individuel et demeure d'ac-

quisition impossible. Sans doute est-elle perfectible puisqu'elle présente ce caractère d'être instinctive. Elle met en jeu un influx nerveux extrêmement rapide, réduisant l'intensité de l'effort dans le temps.

Inversement, l'adresse, la résistance et la force sont essentiellement modifiables par l'entraînement.

L'adresse, qu'on définit comme étant la dextérité du corps, est considérée comme un don, conséquence de la promptitude des réflexes. Il semble qu'avant tout, dans la manifestation de cette qualité, l'articulation y est de quelque importance. Seule, une articulation souple et ample permet à l'adresse de se manifester. Des déplacements rapides, un sens des attitudes, une élimination de gestes inutiles, sont incompatibles avec une gêne articulaire quelconque.

La résistance est une qualité physiologiquement multiple. Elle est à la fois anatomique, suivant sa localisation sur tel ou tel organe, biologique, puisque le résultat dépend des possibilités de réaction de ces organes.

On peut considérer des résistances partielles : la résistance cérébrale, la résistance cardiovasculaire, la résistance pulmonaire, etc., dont l'ensemble impose une notion de limite à la résistance globale de l'organisme.

La force, contrairement à l'opinion générale, n'est pas une qualité uniquement musculaire, traduisant un seul effort cinématique. Elle totalise chez l'être humain trois facteurs : la quantité, la durée, la qualité du travail produit.

La quantité symbolise la force intégrale.

La durée dépend elle-même de la vitesse et de la résistance.

La qualité met en jeu l'adresse.

Lorsque ces quatre qualités : vitesse, adresse, résistance et force sont réunies chez le même sujet, elles en font souvent une exception capable de pratiquer avec les meilleures chances de succès toutes les spécialités sportives. Leur acquisition doit être l'idéal que tout adepte des exercices physiques tend à rechercher. L'éducation physique pratiquée dès l'enfance sous la surveillance médicale et selon les bases scientifiques établies peut seul réaliser un parfait équilibre des fonctions organiques d'où naîtront les qualités si importantes que nous avons énoncées. Ce sera pour le sujet qui les possède un capital important dont il profitera pendant toute son existence.

CONCLUSIONS

Nous avons essayé dans ce court exposé de montrer tout d'abord l'évolution des conceptions pédagogiques et médicales relatives à la pratique des exercices physiques chez l'enfant, depuis les temps anciens jusqu'à nos jours, et de jeter quelques idées pour l'avenir.

Depuis la fin du siècle dernier, grâce au progrès des sciences, de la biologie et de la physiologie, on commence à comprendre la grande valeur du mouvement, au point de vue du développement de l'organisme et de la conservation de la santé.

L'étude générale de la croissance, à ses différentes périodes, nous a amené à considérer :

I. — Le besoin de mouvement chez l'enfant, aussi nécessaire que la nourriture, et l'application des règles d'hygiène.

II. — Les méfaits de la sédentarité déterminant de nombreux troubles sur toutes les variétés de fonction ; en particulier, l'arrêt de la croissance et le ralentissement de la nutrition.

III. — Les bases physiologiques de l'exercice aux différentes périodes de la croissance, en insistant par-

ticulièrement sur la période critique de la puberté, dont dépendra l'évolution ultérieure de l'individu.

IV. — L'influence de l'exercice sur l'appareil cardiovasculaire dans ses principaux éléments ; l'hypertrophie cardiaque, dite de croissance, n'apparaissant que comparativement à une cage thoracique trop étroite, a retenu notre attention.

V. — L'influence de l'exercice sur l'appareil pulmonaire nous a permis de conclure à la nécessité de développer le thorax dans toutes ses dimensions.

VI. — Le rôle de l'exercice dans le développement des tissus de l'appareil locomoteur : muscles, articulations, os, est tel que seule la croissance du squelette doit être recherchée à la période prépubère, laissant celle des muscles à la période postpubère.

VII. — Le comportement ultérieur de l'individu préalablement éduqué dépend des quatre grandes qualités : vitesse, adresse, résistance, force, qu'il a pu acquérir pendant son jeune âge.

Ces nouvelles conceptions sont encore trop peu connues. La spécialisation à outrance en matière de sport, sans préparation à l'effort physique intense, existe encore de façon trop fréquente dans nos sociétés sportives. Le sport ne doit pas être la seule éducation physique, mais son application. Les progrès dans un sens utilitaire dépendent du développement physiologique

parfait des individus, de leur connaissance des notions générales de biologie, physiologie et hygiène.

Il est nécessaire, à notre époque, de guider la jeunesse en ce sens et de lui inculquer des idées nouvelles.

A cet égard, puisse notre modeste travail rendre quelque service à la cause commune, c'est là notre plus cher désir.

Vu : LE DOYEN :

G. ROUSSY.

Vu : LE PRÉSIDENT DE THÈSE :

M. LABBÉ.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS :

S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- BAISSAC. — Les jeux dans l'éducation physique.
- BELLIN DU COTEAU. — L'état actuel de l'éducation physique en France (*Annales de l'enfance*, août 1929).
- Le cœur sportif (*Communication Ac. de Médecine*).
- Le V. A. R. F. (*Bulletin Sociétés médicales Education phys.*).
- L'élevage de l'enfant.
- BOIGEY (M.). — Cure d'exercice. Indications et résultats (*Gazette des Hôpitaux des Sociétés Médicales de Bordeaux*).
- Manuel scientifique d'éducation physique.
- Physiologie de la culture physique et des sports.
- L'élevage humain.
- CARLIER. — Recherches anthropométriques sur la croissance.
- CARNOT. — Les bases de la kinesithérapie et les lois de la mécanomorphose.
- CHAISEMARTIN (DE). — Education physique : Effets de l'exercice sur les grandes fonctions organiques. (*Hygiène sociale*, février 1933).
- DEMENY. — Les bases scientifiques de l'éducation physique.
- Education de l'effort.
- DIFFRE. — Le contrôle du sport.

DUFESTEL. — La croissance.

GODIN. — Recherches anthropométriques sur la croissance.

— De l'éducation physique.

HÉBERT. — Education physique raisonnée.

— Guide pratique d'éducation physique.

LABBÉ (M.). — Les maladies de la sédentarité (*Revue de Pathologie comparée et d'Hygiène générale*).

LABBÉ (M.) et BELLIN DU COTEAU. — Traité d'éducation physique.

LAGRANGE. — Physiologie des exercices du corps.

— L'Hygiène de l'exercice chez les enfants et les jeunes gens.

LEDENT. — L'éducation physique, basée sur la physiologie musculaire.

MAREY. — Du mouvement dans les fonctions de la vie.

MARNEFFE. — Sport et physiologie.

MOSSO. — L'éducation physique de la jeunesse.

PASQUIER. — Action de l'exercice musculaire raisonné sur l'anatomie et la physiologie de l'adolescent (*Thèse*, Paris, 1903).

TIERCE. — L'évolution de l'enfant et de l'adolescent par la gymnastique et le sport (*Thèse*, Paris, 1913).

TISSIÉ (Ph.). — L'éducation physique rationnelle.

VAN SCHAGEN (K. H.). — Le rôle de l'éducation physique dans le développement de la personnalité.

WIDMAN. — De l'exercice musculaire en hygiène et en thérapeutique (*Thèse*, Lyon, 1901).

